الدكتور ابراهيم بدران

أفكار عكس التيار (3)
الطاقة في الأردن

1- مدخل :

يمكن القول إن حالة التقدم والإرتقاء والإستمرارية والبقاء في أي مجتمع تعتمد على ثلاثة عناصر أساسية تشكل مثلث البقاء الحضاري Civilized Survival . وهي الطاقة والتكنولوجيا والمياه. وكلما كان هذا المثلث أكثر تقدماً وأشد تماسكاً في إطار نظام سياسي ديمقراطي منفتح ونظام اقتصادي اجتماعي كلما تحرك المجتمع من مجرد البقاء survival الى التحضر ولإزدهار والتقدم .

وعناصر المثلث هذا متداخلة الى حد كبير وخاصة التكنولوجيا والطاقة. والتي يمكن من خلالها التعامل مع المياه وحل مشكلاتها بشكل أفضل وأرحب . أن الدول الأكثر تقدماً في العالم هي التي تتوفر لديها الإمكانات الهائلة في عناصر المثلث . سواء كنا نتحدث عن الولايات المتحدة الأمريكية (310) مليون نسمة أو دولة صغيرة مثل سويسرا (7 مليون نسمة) أو حتى دولة صغيرة تماماً ولكنها متقدمة مثل سنغافورة (4.5 مليون نسمة) . وفي سنغافورة ساعدها تقدمها الهندسي والتكنولوجي واقتصادها الصناعي على حل مشكلة الطاقة ومشكلة المياه على الرغم من فقرها في كليهما.

وبالنسبة لنا في الأردن فنحن من البلدان القليلة في العالم شديدة الندرة للمياه. حيث لا يتعدى نصيب الفرد (140) متراً مكعباً سنوياً . في حين أن خط الفقر المائي يبدأ تحت (1000) متر مكعب سنوياً . وبالتالي فالأردن واحد من أفقر عشر دول في العالم في المياه.

وتدل المؤشرات والوقائع وهنا تكمن مسؤولية السياسيين والعلماء والمخططين على أنه دون التفوق في الهندسة والتكنولوجيا فإن مشكلتي الطاقة والمياه في البلاد وفي جميع الدول العربية ستزداد تفاقماً بشكل متسارع خاصة مع التغيرات المناخية. وستصل أزمة الطاقة والمياه وبالتالي الغذاء الى مستوى يصعب التعامل معه إذا لم يطور العلماء والمهندسون المشاريع والتكنولوجيا اللازمة .

ولا شك أن ما يبذل على المستوى العربي بشكل عام والمستوى الوطني بشكل خاص من جهود علمية وهندسية وتكنولوجية لمواجهة اشكالية المياه والطاقة أقل بكثير من ما يستدعيه الموقف وأقل مما تدفع اليه التغيرات المناخية المتسارعة والتي جعلت ساعة الزمن تتحرك بسرعة أكثر مما يبدو على السطح. هذا ونحن ليس لدينا مراكز متخصصة لتطوير تكنولوجيات وهندسة الطاقة أو المياه. وليس لدينا مخصصات وفيرة وكافية للبحث والتطوير في هذا المجال. وفي إطار الإرتفاع المتواصل في الأسعار العالمية للطاقة وللغذاء فإن القضية في جوهرها أخطر بكثير مما يبذل ازاءها من جهود.

غير أن ما هو متاح من خبرات هندسية وتكنولوجية لحل مشكلات المياه يتطلب توفير الطاقة بأسعار مقبولة لاستخدامها في عمليات النقل والتحلية وإعادة التدوير والتخزين والتوزيع. وهي نشاطات تعتمد كلفتها الى حد كبير على كلفة الطاقة . وفي إطار الأسعار الراهنة فإن كلفة تحلية مياه البحر ونقلها لمسافة (300) كم تقترب من (1.5) دولار لكل متر مكعب . وهي كلفة باهظة بالنسبة للبلدان النامية والفقيرة. وغير مجدية بالنسبة للبلدان

التي تتوفر فيها المياه مثل كندا أو أوروبا . حيث تصل تكلفة المتر المكعب من المياه الى (4) سنت في الولايات المتحدة الأمريكية وأقل من ذلك بكثير في كندا.

ومن هنا فإن موضوعة الطاقة بالنسبة لنا في الأردن وفي معظم البلدان العربية هي موضوعة مركبة تحمل في طياتها موضوعة المياه وموضوعة التصنيع والزراعة على حد سواء. وهذا يعني أن أي استراتيجية للمياه وبالتالي لإنتاج الغذاء واعمار الأراضي الأردنية والعربية سوف تعتمد على استراتيجية الطاقة بشكل كلي وعلى التمكن التكنولوجي والهندسي في موضوعي الطاقة والمياه.

البلد	نصيب الفرد ط م . ن
الولايات المتحدة الامريكية	8.35
كندا	8.16
فلندا	6.4
بلجيكا	5.78
اليابان	4.13
ايرلندا	3.86
ايطاليا	2.97
كوريا	.4.58
الصين	.1.48
الاردن	1.1

إن نصيب الفرد من الطاقة في الأردن هو في حدود (1.1) طن مكافئ نفط سنوياً.
وفي الدول الناهضة يرتفع الرقم الى (2.5) طن مكافئ نفط . في حين يصل في الدول الصناعية الى ما يزيد عن (4.5) طن مكافئ نفط. ليصل في الولايات المتحدة الى (8) طن مكافئ نفط.
وهذا يعني أن الاحتياج للطاقة من المتوقع أن يتزايد ليس فقط نتيجة للنمو الطبيعي للسكان وإنما كذلك نتيجة للتطور والتقدم والتصنيع وللإنتقال من مرحلة حضارية الى أخرى.

كذلك من المتوقع أن تحمل أسعار النفط والغاز موجات من تقلبات سعرية مفاجئة والى الأعلى. فخلال أقل من عشر سنوات ارتفع سعر برميل النفط من 21 دولاراً عام 2001 الى (150) دولاراً عام (2009) وعاد بعد ذلك يتأرجح حول رقم (100) دولار طيلة الأعوام (2010) و 2011 . وهذا يعني أن المتسقبل يحمل خطورة أن تصبح الطاقة عالية الكلفة لا تستطيع الدول النامية إذا استمرت على منهجها وتراخيها أن تحصل على ما يلزمها.

2- مصادر الطاقة

تقسم مصادر الطاقة عموماً الى ثلاثة : **الأول** هو المصادر الاحفورية من نفط وغاز وفحم وصخر زيتي ورمال القار **والثاني** المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية **والثالث** المصادر التركيبية مثل الطاقة النووية سواء الإندماجية أو الإنشطارية ووقود الهيدروجين والوقود الحيوي وغيرها . وهناك مصدر رابع وهو الطاقة السلبية Passive energy والتي تتأتى عن توفير الطاقة وإعادة تصميم الأنظمة ورفع الكفاءة ..... الخ.

إن مصادر الطاقة الاحفورية الإعتيادية في الأردن وهي النفط والغاز محدودة للغاية. ولا تكاد المصادر النفطية تذكر ، على الرغم من أن الأردن محاط بدول لديها نفط وغاز بكميات متفاوتة . وتدل الدراسات والأبحاث على أن النفط يمكن أن تكون له فرص متواضعة في الأردن على أعماق كبيرة تتجاوز (4) آلاف متر. الأمر الذي يجعل تكنولوجيا الإستخراج حتى الآن معقدة وكلفته عالية . ومن هنا فإن النفط المحلي لا ينبغي في المرحلة الحالية أن يدخل في الإستراتيجية الوطنية للطاقة الى أن تتغير المعطيات المتعلقة به. أما الغاز فإن كميات منه محدودة وتقدر بـ (500) بليون قدم مكعب تتواجد في منطقة الريشة . ويجري الآن استخدام كميات محدودة في توليد الكهرباء تقدر بما يعادل (2500) برميل يومياً من أصل استهلاك الأردن والبالغ حوالي (122) ألف برميل يومياً. ومع أن الجهود مستمرة لإكتشاف احتياطيات أخرى ألا أن الاحتمالات محدودة مما يجعل الغاز في أي استراتيجية وطنية للطاقة مصدراً ثانوياً أو تكميلياً. وهناك مصدر طبيعي ثالث ولكنه غير شائع هو الصخر الزيتي والذي يعتبر الأردن فيه ثامن أغنى دولة في العالم. وتبلغ الإحتياطات الكلية منه حوالي (70) بليون طن. والصخر الزيتي في الأردن يتمتع بنوعية عالية ومحتوى عالي من الكبريت (20%) . وتقدر كميات النفط التي يمكن نظرياً استخراجها حوالي (5.2) بليون طن نفط إذا افترضنا توفر التكنولوجيا

والبنية التحتية. وهذا يعني أن استخراج النفط من الصخر الزيتي يمكن أن يدخل في الاستراتيجية الوطنية للطاقة للمراحل المتوسطة والبعيدة المدى.

إن استخراج النفط من هذا الخام ليس شائعاً في العالم. وهناك دول قليلة في مقدمتها استونيا (منذ عام 1916) والصين منذ عام (1926) تستخرج النفط من الصخر الزيتي وبكميات محدودة تماماً. كما أن هناك تكنولوجيات مختلفة للاستخراج تتراوح ما بين الحرق المباشر (وكأنه فحم) مروراً بالإحتراق الداخلي وانتهاء بالتسخين الحجمي . وعلى الرغم من تعقيداته التكنولوجية ومتطلباته المعقدة من البنية التحتية والمياه الا انه يجب وعلى المدى المتوسط أن يؤخذ في الإعتبار في أي استراتيجية وطنية جادة للطاقة . ولكن استثماره لا يتحقق بشكل فعال وأمين على البيئة دون بناء الخبرات الوطنية ، وليس مجرد الإعتماد على الشركات الأجنبية كما هو الأمر الآن. إن هذه الشركات يمكن أن تتوقف أو تنسحب حسب رؤيتها وحساباتها وليس حسب رؤيتنا وحساباتنا الوطنية . إن كل تأخر في بناء الخبرات الوطنية من خلال المراكز المتخصصة والأبحاث والهندسة والتكنولوجيا المتخصصة هو إهدار للوقت واستنزاف للجهود والامكانات والموارد.

في أوائل التسعينات من القرن الماضي كانت الكلفة التقديرية لاستخراج النفط من الصخر الزيتي تقترب من (27) دولاراً لبرميل في حين كان سعر النفط. في السوق الدولي (20) دولاراً للبرميل . ولذا كان ينظر الى الصخر الزيتي انه مرتفع التكاليف . أما اليوم فالأرقام قد تصاعدت عدة مرات في جميع الإتجاهات . وحقيقة فإن اقتصاديات الإستخراج من الصخر الزيتي تتأرجح باستمرار مع أسعار النفط وتقدر كلفة الإستخراج الآن (إذا توافرت الشروط اللازمة) من (70) الى (95) دولار للبرميل . الأمر الذي يضع الصخر الزيتي على بداية الجدوى. وهكذا كان الحال دائماً.

إن المشكلة الكبرى في الصخر الزيتي هو ما يتطلبه من منشآت خاصة وبنية تحتية معقدة وترتيبات تكنولوجية تعتمد على الموقع بذاته. هذا إضافة الى المخلفات والغازات والتأثير على البيئة والحاجة الى المياه والنقل. وهذا يعني أن الصخر الزيتي يتطلب إنشاء قدرات تكنولوجية وهندسية وعلمية وطنية خاصة. بمعنى أن الدولة لا تستطيع شراء الحلول جاهزة وكاملة لكل التفاصيل . وهذا هو الذي يمكن أن يصنع الفرق بين جدوى هذا المصدر وبين عدم الجدوى .

وكنا قد اقترحنا عام (1980) حين كانت أسعار النفظ متدنية (12) دولار للبرميل انشاء مركز وطني لتكنولوجيا الصخر الزيتي حتى يمكن بناء خبرات وطنية في هذا المجال على مدى (15) سنة . واذاك تكون اقتصاديات استخراج النفط قد تحسنت تماماً . وتم اعادة الإقتراح عام (1994) وافترضنا اننا في عام (2010) سنكون قد أنشأنا الخبرة الوطنية. ولم يكن أحد يتوقع عام (1994) أن تصل أسعار النفط عام 2009 الى ما يزيد عن (120) دولار للبرميل. ولكن الإقتراح لم ينفذ لأن الكثيرين اعتبروا الموضوع مبالغ فيه. وها نحن اليوم نقدم خطوة ونتوقف أخرى.

وهناك مصدر احفوري رابع وهو الرمل الزيتي Tar sand . إن الرمال الزيتية أو رمال القار معروفة في الأردن منذ زمن بعيد وخاصة في منطقة البحر الميت. وهي رمال مشبعة بالنفط الثقيل الذي يشاهد مترسباً أحياناً على شكل شواهد اسفلتية.

وتحتل خامات رمل القار ، التي لم تستوف حقها من الدراسة التفصيلية رغم انها تشكل مصدراً مهماً للنفط ، موقعاً وسطاً بين النفط الخام التقليدي وبين النفط المستخلص من الصخر الزيتي . ويتواجد هذا المصدر في مناطق عديدة من الأردن من أبرزها وادي عياد في منطقة الخرزي ، ومنطقة شرقي البحر الميت. وتقدر الإحتياطات الموجودة في

وادي عياد بحوالي 40 مليون طن داخل طبقة سمكها 225 متراً ، وتقدر كمية النفط القابلة للإستخراج بحوالي 3.6 مليون طن.

4- المصادر المتجددة

أما المصدر المتجدد الأكثر أهمية على الإطلاق فهو طاقة الشمس. وتعتبر الطاقة الشمسية من أكثر أشكال الطاقة جاذبية وإثارة للإهتمام سواء من حيث البيئة أو الإستمرارية أو التوفر أو الاقتصاديات أو الملائمة للمعطيات الوطنية.

وتنتشر الطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم بنسب متفاوتة ، ولكنها تكون على مستويات عالية تماماً في المناطق الحارة وخاصة في المنطقة المدارية شمال وجنوب خط الإستواء. وفي أماكن قد لا تتواجد فيها الأشكال الأخرى من مصادر الطاقة . إن الطاقة الشمسية تشكل مصدراً مستقلاً لا يتأثر بالعلاقات الدولية ولا يخضع للتجارة والمضاربات باستثناء ما يتعلق بالتكنولوجيا . انها قابلة للتوزيع والتواجد في شتى المناطق بالقطر الواحد ، ولذا فهي لا تتطلب في أغلب الأحيان بنية تحتية ضخمة وتتميز بكونها مصدراً آمناً ونظيفاً لا يتسبب في أية اشكالات بيئية كالفحم أو الصخر الزيتي أو الطاقة النووية.

إن الأردن وبحكم موقعه الجغرافي ، غني تماماً بالإشعاعات الشمسية ، ويقدر متوسط الإشعاعات الساقطة يومياً بحوالي 5 كيلواط ساعة لكل متر مربع ، ويقدر عدد الساعات الشمسية بحوالي 3000 ساعة في السنة. وإذا أخذت مجمل هذه الطاقة على مساحة الوطن العربي فإنها تصل الى 30 ك.و.س/م^2 . وهذه الكمية تعادل ستة أضعاف كمية الطاقة المتاحة من الاحتياطات الكلية المقدرة للنفط في جميع أنحاء العالم .

لقد كان الإشكال الأساسي الذي يواجه استغلال الطاقة الشمسية هو كيفية تركيز هذه الطاقة والتحكم بها لأداء مهام وأعمال محددة .

وخلال السنوات الماضية تبلورت عدة اتجاهات لاستغلال الطاقة الشمسية لعل أبرزها اثنان :

الأول : التجميع الحراري وتركيز الطاقة من خلال منظومة المرايا على مرجل ضخم لتوليد البخار ثم توليد الكهرباء. وقد بذلت اسبانيا والولايات المتحدة جهوداً متميزة في هذا الإتجاه.

الثاني : التجميع الضوئي والفوتوني ومن ثم توليد الطاقة الكهربائية مباشرة من خلال خلايا شمية تستفيد من الضوء المنتشر وقد حققت الولايات المتحدة وألمانيا نجاحات كبيرة في هذا الإتجاه.

لقد تغيرت تكنولوجيا اقتصاديات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية تغيراً كبيراً خلال السنوات الماضية مما دفع بلدانا كبيرة الإستهلاك للطاقة مثل ألمانيا والصين الى جعل الطاقة الشمسية أحد المرتكزات الأساسية لاستراتيجية الطاقة لدى كل منهما .

وراحت ألمانيا تنشئ سنوياً محطات شمسية تصل استطاعتها الى (3000) ميغاواط أي ما يعادل مجمل الاستطاعة المركبة في الأردن . وحقيقة الأمر أن ألمانيا تقود الثورة الأوروبية في طاقة الرياح والطاقة الشمسية الأمر الذي يستدعي الإفادة من هذه الخبرة وهذه الثورة في الوقت المناسب وبالشكل الصحيح.

والمفارقة هنا أن الطاقة الشمسية ، وهي طاقة الفقراء والأكثر توافراً في الدول الفقيرة أي دول الجنوب، لم تأخذ من الإهتمام الجدي لهذه الدول،ربما باستثناء الهند وأخيراً الصين ، الا الشئ اليسير . وبقى الإتجاه في هذه الدول يتمثل في الإعتماد على الدول المتقدمة وهي دول الشمال التي تشكل الطاقة الشمسية بالنسبة لها مصدراً ليس ذو أهمية كبيرة . إذ تتوافر لديها التكنولوجيات الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية إذا دعت الحاجة كما

يجري الآن في ألمانيا واسبانيا والبرتغال ، وتتوافر لدى الدول الصناعية القدرات العلمية والصناعية لتطوير التكنولوجيات اللازمة لشتى مصادر الطاقة إذا دعا الأمر في فترة زمنية قصيرة.

ومن جهة أخرى فإن منطقة الأغوار والبحر الميت لها جاذبيتها الخاصة في هذا المجال نظراً لإمكانية تطبيق تكنولوجيا البرك الشمسية Solar Ponds فيها بإمكانات متميزة تماماً للنجاح. ونلاحظ أن خطوط الإشعاع المتساوي تضم أجزاء كبيرة من المملكة تمتد من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي مما يوضح وفرة الإشعاع الشمسي المتميز في مختلف البقاع في المملكة . ويمكن من خلال التجميع الحراري تسخين المياه والهواء وتدفئة المنازل والتجفيف وكذلك تحلية المياه وتوليد الكهرباء بدورات معينة .

وهناك طاقة الرياح والتي يعود استعمالها الى آلاف السنين. ولكن تجدد الإهتمام بها لغايات توليد الكهرباء في أواسط السبعينات من القرن الماضي . وخلال السنوات العشر الماضية ازداد الإهتمام بها مؤخراً على المستوى العالمي فانتشرت مزارع المراوح الكهربائية في مساحات كبيرة في أوربا وأمريكا والصين وغيرها.

وبتطور الهندسة الكهربائية ودخول الإنسان عصر الكهرباء وانتشار الأنواع المختلفة من المحركات والمولدات الكهربائية والأجهزة والمعدات العاملة على الكهرباء أصبح بإمكان المراوح الهوائية أن تدخل العصر الحديث من جديد ، وأصبح بإمكانها أن تصبح ضمن تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين . إن التغيير الأساسي الذي أحدث هذا الإنقلاب هو توليد الكهرباء .

بدأ اهتمام الأردن بطاقة الرياح في بداية الثمانينات حيث قامت الجمعية العلمية الملكية بدراسات أولية حول هذا الموضوع كان من نتائجها إنشاء مضخة ماء تدار بطاقة

الريـــاح ، وتعمـل هـذه المضـخة الان فـي موقـع بئـر المـدورة علـى الجـدود السـعودية الأردنية ، وتضخ يومياً ما معدله 40 متراً مكعباً من على عمق (16) متراً .

على أن من الصعب تقدير إمكانات الأردن من طاقة الرياح وتقييم هذه الإمكانـات والحكم على اقتصادياتها دون توفير البيانات المناخية المناسبة .

جدول رقم (3)

الوقع	متوسط سرعة الرياح متر/ث
العقبة	7.63
اربد	6.65
الطفيلة	5.31
الأجفور	6.93
المفرق	6.35
الأجفايف	6.37
الأزرق	6.37
الجفر	6.12
الحسا	6.35

وبطبيعـة الحـال يجـب أن لا تؤخـذ هذه القيم وكأنهـا الـدليل النهـائي علـى اقتصـاديات هـذه الأنظمة إذ لا بد من اجراء مزيد من الدراسات والتقييم للتعرف على أنماط تغير السرعة، واستمرارية الطاقـة أو تقطعهـا وأنـواع العنفـات الملائمـة ، بحيث يمكـن فـي النهايـة تقدير الإمكانات المتاحة من الطاقة الهوائية علـى مدار السنة تمهيداً لحساب اقتصـاديات الربط مع الشبكة الكهربائية والتي من شأنها أن تحسن من اقتصاديات هذا المصـدر وخاصـة فـي منطقة مثل رأس منيف.

أ - الطاقة الشمسية

ألمانيا	أصبحت المانيا في مقدمة دول العالم	: عام 2005
	في	: 57% من السوق العالمي
	انتاج الكهرباء	: 12000 ميغاواط
		(عام 2012)
		تعادل مجمل انتاج بريطانيا
		من الطاقة النووية
البرتغال	أكبر محطة طاقة شمسية واحدة	
	فوتوفولطاييك في العالم	: 8000 منزل
	ثاني أكسيد الكربون المعادل	: (30) ألف طن

ب طاقة الرياح في أوروبا

ألمانيا	الطاقة المولدة من الرياح	: 8% من كهرباء ألمانيا
	البيوت المستفيدة	: (10) مليون بيت
	ثاني أكسيد الكربون	: (42) مليون طن
	العمالة المستفيدة	: 84000
اسبانيا	الطاقة المولدة من الرياح	: 28% من كهرباء اسبانيا
		: 40% من كهرباء الذروة
أوروبا	الطاقة المولدة من الرياح	: 44400 ميغاواط

4- منظومة الطاقة في الأردن

تحمل منظومة الطاقة في الأردن عدداً من السمات ينبغي التعامل معها من خلال استراتيجية وطنية بعيدة المدى .

أولاً : الطاقة الأولية

- غياب خطوط النقل الداخلية للنفط ومشتقاته. وبالتالي الإعتماد على النقل شبه البدائي بالسيارات . وهذا من شأنه أن ينعكس على الكلفة وانتظامية النقل وعلى البيئة والطرق والمستوردات بشكل سلبي.

- غياب خطوط النقل مع الدول المجاورة باستثناء خط الغاز مع مصر حتى العقبة فقط. علماً بأن البلاد كانت ترتبط حتى التسعينات مع السعودية بخط التابلاين الذي تم ايقاف العمل به وعدم صيانته للمحافظة عليه.

- وجود مصفاة بتروط واحدة بحاجة الى تجديد وتوسيع ورفع مستوى الأداء ومعالجة الكبريت.

- محدودية استخدام مصادر الطاقة الأخرى مثل غاز الريشة ما يعادل (2500) برميل يومياً.

- عدم الدخول الجاد في مصادر الطاقة البديلة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

- عدم تطوير الخبرات والتكنولوجيا والمشاريع الإنتاجية للصخر الزيتي.

- غياب أنظمة النقل المتطورة مثل السكة الحديد والمترو والنقل العام المنظم.الأمر الذي ينعكس على استهلاك قطاع النقل لكميات كبيرة تصل الى (40%) من مجمل الإستهلاك إضافة الى التأثير السلبي على البيئة والمستوردات .

ثانياً : الطاقة الثانوية

- تمثل شبكة محطات توليد الكهرباء منظومة جيدة ومتماسكة وهي عالية الإعتمادية الا ان كلفة التوليد تتأثر باسعار زيت الوقود والغاز.
- وتمثل شبكة النقل والتوزيع في المملكة منظومة جيدة ومتماسكة ومستقرة وتزود معظم المناطق في المملكة وهي من الشبكات الكهربائية المتميزة في المنطقة.

ثالثاً : الطاقة السالبة

- تلعب برامج حفظ الطاقة دوراً كبيراً في ترشيد الاستهلاك وتخفيض الكميات المطلوبة من خلال استخدام الأنظمة والأجهزة والمعدات الأكثر كفاءة. ولازال هذا الجزء من الطاقة بحاجة الى تطوير وتعميق وانتشار وخاصة في الإستهلاك الصناعي والتجاري والمنزلي .
- كما وتلعب برامج إدارة الطاقة دوراً أساسياً في توفير كميات كبيرة من الطاقة وخاصة في توليد الكهرباء (الدورات المركبة مثلاً) أو في النقل(استخدام السكة الحديد) – أ و توزيع الأعمال على مدار الساعة أو غير ذلك من التفاصيل.

5- الطاقة النووية

مع أن الطاقة النووية ولسنوات قليلة خلت كانت تبدو الأكثر اغراءً من حيث انخفاض كلفة توليد الكهرباء ومن حيث الأمان النسبي وإن العديد من دول العالم (52) دولة لديها مفاعلات نووية وإن (70%) من الطاقة الكهربائية في فرنسا هي مولدة من مفاعلات نووية الا ان هناك عدداً من الإشكالات العامة وأخرى خاصة تتعلق بالدولة المعنية ذاتها ينبغي أخذها بعين الإعتبار :

الأول : إن التوجه العالمي نحو المحافظة عليها في جوانبها المختلفة بما فيها الإشعاعية أصبح ظاهرة عالمية تزداد قوة مع الزمن على المستوى الشعبي ومنظمات المجتمع المدني.

الثاني : إن طول فترة القيادة fead time اللازمة لبناء وتشغيل المحطة النووية في ظل عدم الإستقرار المالي على المستوى العالمي وخاصة الدولار الأمريكي يجعل من التنبؤ بالكلفة النهائية للمشروع مسألة غاية في الصعوبة والمخاطرة.

الثالث : إن المناطق ذات النشاط الزلزالي والقريبة من مناطق شبه نشطة كما هو الحال في الأردن يتطلب عناية خاصة في التصاميم ومتطلبات السلامة الهندسية الأمر الذي سينعكس مباشرة على درجة المخاطرة والكلفة .

الرابع : السلامة والخبرة التكنولوجية الوطنية للتعامل مع الحالات الطارئة فوكوشيما نموذجاً (ما ينطبق على ألمانيا والولايا ت المتحدة واليابان مثلاً من حيث القدرة على التعامل مع الحالات الطارئة والكوارت الطبيعية لا ينطبق على الأردن وعمان على سبيل المثال) . وهذا موضوع عالي الكلفة جداً ولا يخضع للمجازفة . وكلما رقع حادث نووي ارتفعت تكاليف الطاقة النووية بسبب الإضافات على متطلبات السلامة.

الخامس : إدارة المنشآت والتعامل مع التفاصيل التكنولوجية .فالدوة الصناعية قادرة على الإدارة والصيانة وتفاصيل المفردات التكنولوجية بكلفة أقل.

السادس : توافر المياه ليس فقط لغايات التبريد ولكن أيضاً في حالات الطوارئ. وهذه تختلف من بلد الى آخر ومن موقع الى آخر في نفس البلد. إذ لا يكفي حل مشكلة المياه لغايات التشغيل وإنما لغايات الطوارئ أيضاً . بكل ما يتطلب ذلك من بنية تحتية وكميات كافية وقدرات لوجستيكية.

السابع : حجوم الإستثمارات الضخمة اللازمة للمحطة النووية (1.5 بليون دولار كحد أدنى). وطول فترة استرجاع رأس المال (20 الى 40 سنة) وهي حجوم تنوء بها الإقتصادات الصغيرة كالإقتصاد الأردني وان كانت لا تعني شيئاً لإقتصاد ضخم مثل الإقتصادي الياباني أو الإماراتي أو الأمريكي. وحين تكون مديونية البلاد مرتفعة فإن الدخول في اقتراض جديد بهذا الحجم وبهذه المدة الطويلة لاسترداد رأس المال مسألة بالغة التعقيد.

6- اقتصاديات الطاقة

	كلفة ك.و.س مولدة (سنت أمريكي)
النووية	4
المائية	3
الفحم	4
الغز الطبيعي	10
النفظ	10
الرياح	18
الشمسية	22

وخلال السنوات القليلة الماضية تغيرت اقتصاديات الطاقة الأولية تغيرات جذرية .

فبعد أن كان النفط في حدود (20) الى (30) دولار للبرميل قفز الى (100) الى (150) دولار .

وبعد أن كانت كلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية تصل الى (0.70) دولار/ك.و.س انخفضت الآن لتقترب من (0.20) دولار.وس.

ويؤكد عدد من الباحثين انه منذ عام (2010) راحت اقتصاديات الطاقة الشمسية تتفوق على اقتصاديات المحطات النووية وهذا ما أعطى الثورة الأوروبية لاستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وقوداً جديداً وشجع العديد من الدول على انهاء محطاتها النووية خلال السنوات القادمة (ألمانيا عام 2.22)

يؤرخ جون بلا كبيرن وسان كنغهام لعام (2010) بأنه عام اختراق الطاقة الشمسية لحاجز التكاليف مع الطاقة النووية.